

**PRESENTATION ET PREMIERS ELEMENTS DE MISE AU POINT
D'UNE METHODE SIMPLE D'EVALUATION DU RECRUTEMENT
EN JUVENILES DE SAUMON ATLANTIQUE (*SALMO SALAR*) DE L'ANNEE
EN EAU COURANTE**

Etienne Prévost et Jean-Luc Baglinière

*INRA, Laboratoire d'écologie hydrobiologique
65, rue de St Brieuc, 35042 Rennes cedex, France*

RESUME

La méthode la plus utilisée (en particulier en France) pour l'évaluation du recrutement en juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*) de l'année reste l'inventaire par pêche électrique avec passages successifs, sans remise à l'eau des captures entre les passages. Cette approche présente l'inconvénient majeur d'être coûteuse en temps et en personnel, limitant ainsi les possibilités de multiplication des stations échantillonnées, pour aborder des problèmes de distribution spatiale à l'échelle d'un bassin versant par exemple. Une méthode plus "légère", utilisant un équipement de pêche électrique portable et mobilisant une équipe réduite de seulement quatre personnes, est proposée et décrite. Elle fournit des indices d'abondance du type "capture par unité d'effort" : nombre de poissons capturés en cinq minutes de pêche selon un protocole standardisé. Les premiers résultats obtenus en automne 1992 sur le Scorff (Morbihan, Bretagne sud) sont présentés. La validité et l'intérêt de la méthode sont discutés.

ABSTRACT

The method most commonly used (especially in France) for assessment of young of the year recruitment in Atlantic salmon (*Salmo salar*) is still electrofishing with successive removals, without putting the fish back to the water between removals. The major disadvantage of this approach is its high cost, both in time and in staff, thus limiting the ability of increasing the number of sites sampled to address problems such as spatial distribution on a scale of a stream drainage area. A "lighter" method, using a portable electrofishing equipment and mobilizing a small team of only four people, is proposed and described. It provides abundance indices which are "catch per unit of effort": number of fish caught in five minutes of fishing according a standardized protocol. The first results gathered on the Scorff (Morbihan, Southern Brittany, France) in autumn 1992 are presented. Validity and interest of the method are discussed.

INTRODUCTION

Chez le saumon atlantique (*Salmo salar*), l'abondance des juvéniles de l'année (âge 0+) est un indicateur important d'évaluation des stocks. En effet, c'est un indice de recrutement récolté après les phases de développement embryon-larvaire sous graviers et d'adaptation au milieu ouvert des alevins émergents, deux périodes au cours desquelles les taux de mortalité sont très variables. En outre, dans le Massif Armoricaïn, et plus généralement dans le sud de l'aire de répartition du saumon atlantique en Europe, la distribution des tailles des juvéniles 0+ en automne est bimodale, ce qui permet d'utiliser les abondances automnales de tacons de l'année pour prédire la production de smolts dévalant vers la mer au printemps suivant (Baglinière et Champigneulle, 1986 ; Baglinière et al., 1993).

En eau continentale courante, la pêche électrique est sans conteste le mode d'échantillonnage des juvéniles le plus utilisé, en particulier pour les salmonidés. Classiquement, on procède par passages successifs sur un même secteur, sans remise à l'eau des captures entre les passages. Les données ainsi récoltées permettent, sous certaines hypothèses, d'estimer la population en place sur le secteur prospecté (Bohlin *et al.*, 1990), et connaissant sa surface, d'exprimer un indice d'abondance sous la forme d'une densité (nombre d'individus par unité de surface). Outre les problèmes de précision d'estimation et de biais (Zalewski, 1985), cette méthode est coûteuse en temps et/ou en personnel. A titre d'illustration, sur une rivière telle que le Scorff (Bretagne sud, Morbihan), la réalisation d'inventaires par pêche électrique sur le cours principal (largeur moyenne : 14 m sur la zone d'étude ; Champigneulle, 1978) mobilise au minimum une quinzaine de personnes pour quatre stations par jour de quelques centaines de m². Plusieurs auteurs proposent de privilégier des techniques plus "légères" à mettre en oeuvre sur le terrain (Nelva *et al.*, 1979 ; Kennedy, 1981 ; Zalewski, 1985 ; Copp et Penáz, 1988 ; Strange *et al.*, 1989 ; Crozier et Kennedy, 1991 ; Büttiker, 1992 ; Lobón-Cervía et Utrilla, 1993), particulièrement quand l'objectif est de préciser la distribution spatiale des juvéniles sur une large étendue géographique et de comparer le niveau du recrutement suivant l'année (Bohlin *et al.*, 1990).

En s'inspirant largement de celle mise au point par Crozier et Kennedy (sous presse), un premier essai d'une nouvelle méthode de quantification des abondances de tacons automnaux a été mené sur le Scorff en 1992. Le présent article a pour objet de la décrire précisément, d'exposer les premiers résultats obtenus, avant de discuter leur validité tout en appréciant le gain en terme d'effort par rapport à la technique "classique" par épuisement des populations.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel de pêche utilisé est composé de :

- un appareil de pêche électrique portable (modèle : Martin Pêcheur, fabricant : Dream électronique - St Germain du Puch - France), alimenté par une batterie Ni-Cd 24 V et d'une puissance maximale de 200 W. Le courant utilisé est impulsionnel (fréquence 400 Hz), la tension de sortie étant ajustée en fonction des conditions du milieu, pour fonctionner à environ 50% de la puissance maximale. L'anode est un cercle d'aluminium de diamètre 35 cm fixé au bout d'un manche de 1,5 m de long.

- deux épuisettes à cadre métallique de 60 cm et 75 cm de largeur, pour respectivement 40 cm et 50 cm de hauteur. Elles sont équipées de filet à maille fine (4 mm de coté). L'existence d'un bord inférieur droit permet d'appuyer les épuisettes sur le substrat pour éviter le passage de poissons entre le cadre et le fond de la rivière.

- une petite épuisette à main (même type de filet), munie d'un cadre de forme ovoïde de 24 cm de large.

- un seau (profondeur ~ 40 cm et diamètre ~ 30 cm).

La récolte des données sur le terrain nécessite une équipe de quatre personnes : une en charge du "Martin Pêcheur", deux munies d'épuisettes - celle qui utilise la plus petite des deux épuisettes à cadre métallique est en outre équipée de l'épuisette à main - et un porteur de seau. L'ensemble du matériel et du personnel loge dans un seul véhicule.

Les opérations de pêche électrique se déroulent de la façon suivante :

- (1) les épuisettes à cadre métallique sont placées face au courant, appuyées sur le fond, en position fixe. L'utilisation de cadres de tailles différentes permet de mieux s'adapter à la topographie locale du fond.

- (2) l'anode balaye une zone d'environ 4-5 m en amont des épuisettes, dans la veine d'eau filtrée par celles-ci.

- (3) les poissons attirés par l'anode puis "choqués" descendent dans les épuisettes à la fois guidés par l'électrode et entraînés par le courant.

- (4) si besoin est, les poissons bloqués sur le fond ou dans la végétation aquatique sont récupérés grâce à l'épuisette à main.

- (5) les individus capturés sont transférés dans le seau.

- (6) l'ensemble de l'équipe se déplace latéralement de quelques mètres (le porteur du "Martin pêcheur" prenant soin de ne pas marcher sur la zone qu'il va ensuite prospecter avec l'anode), pour sortir de la région qui vient d'être perturbée par le champ électrique, puis les étapes 1 à 5 sont répétées. Quand une des rives est atteinte, la progression se fait de quelques mètres vers l'amont. L'échantillonnage d'une station s'arrête au bout de cinq minutes de temps de pêche effectif - c'est à dire durant lequel le courant électrique passe dans l'eau - mesuré directement sur le compteur de l'appareil de pêche électrique. L'abondance des juvéniles est quantifiée par le nombre d'individus capturés pour une unité d'effort (cinq minutes de pêche dans les conditions précisées ci-dessus).

Dans un but de standardisation de l'efficacité de pêche, toutes les stations étudiées sont relativement homogènes du point de vue l'habitat. En effet, la capturabilité des poissons varie en fonction des conditions du milieu (Zalewski et Cowx, 1990). Seuls des radiers/rapides (granulométrie grossière, profondeur < 40 cm et vitesse de courant > 40 cm/s) sont pris en compte, car ils renferment en moyenne près de 90% de la population de juvéniles de l'année en automne sur le cours principal du Scorff (Baglinière et Champigneulle, 1986), et ils se prêtent bien, en outre, à la pêche électrique à pied. Pour les sites où l'on rencontre une mosaïque faites de "plaques" imbriquées de différents types d'habitat - chacune étant trop petite pour permettre de réaliser cinq minutes de pêche en continu - on explore successivement celles (et uniquement celles) de type radier/rapide, jusqu'à atteindre cinq minutes de temps de pêche effectif.

La méthode qui vient d'être décrite est dérivée de celle utilisée par le Department of Agriculture for Northern Ireland sur la rivière Bush (Crozier et Kennedy, sous presse). Elle s'en distingue principalement par l'utilisation de deux grandes épuisettes (plus une épuisette à main), au lieu d'une seule de taille plus réduite. Cette modification a pour but essentiel d'augmenter l'efficacité de capture, pour s'adapter à des densités de populations de tacons 0+ plus faibles sur le Scorff (maximum observé de 1975 à 1983 : 48 ind./100 m²) que sur la Bush (une densité entre 40 et 70 ind./100 m² est considérée comme moyenne ; Crozier et Kennedy, sous presse).

Durant la première quinzaine d'octobre 1992, 23 stations ont été pêchées selon la méthode précédemment décrite sur le cours principal du Scorff (longueur totale : 75 km, surface bassin versant 480 km², débit moyen : 5 m³/s). Pour chaque station, les saumons capturés ont été dénombrés, mesurés (longueur fourche, mm) et des écailles ont été prélevées sur les plus grands (longueur fourche > 100-110 mm) pour détermination de leur âge (les plus petits étant obligatoirement des 0+). Tous les poissons pêchés sont ensuite remis à l'eau.

Pour apprécier la reproductibilité des mesures quatre stations ont été répliquées, soit en re-pêchant la même station à une date ultérieure (10 jours après), soit en pêchant une zone contiguë le même jour. L'erreur relative de mesure d'abondance a été calculée selon la formule : $|m_1 - m_2| / ((m_1 + m_2) / 2)$, m_1 = première mesure, m_2 = deuxième mesure (réplicat). L'égalité des distributions des tailles des tacons 0+ entre les réplicats a été évaluée en utilisant le test non-paramétrique de Komolgorov - Smirnov (Scherrer, 1984).

RESULTATS

Une fois le personnel "rodé" à la nouvelle méthode de pêche électrique, sept à huit stations par jour ont été échantillonnées.

Les mesures d'abondance des juvéniles de l'année se sont révélées reproductibles, l'erreur relative entre les différents réplicats variant de 0 à 12.8 % (figure 1). En revanche, concernant les distributions de taille, des différences significatives ($p < 0.01$) ont été observées entre réplicats pour deux sites (Lomener et du Moulin du Stang), alors que pour les autres aucune variation significative au seuil de 5% n'apparaît (figure 2). Dans les deux cas en cause où des divergences ont été constatées, les secteurs répliqués étaient contigus.

Les mesures d'abondance en tacons 0+ varient de 0 à 25 ind./5 mn. Leur profil de distribution le long du cours principal du Scorff (figure 3) met en évidence :

- l'absence de juvéniles de l'année en amont du Moulin de Penvern (39 km de l'estuaire),
- une réduction sévère des niveaux d'abondance en aval des piscicultures ainsi qu'à l'extrémité amont de la zone colonisée par le Saumon atlantique (station du Moulin de Penvern),
- une abondance globalement plus faible sur les trois stations les plus en aval, parmi celles non perturbées directement par les piscicultures.

Abondance (nb. ind. capturés en 5 mn)

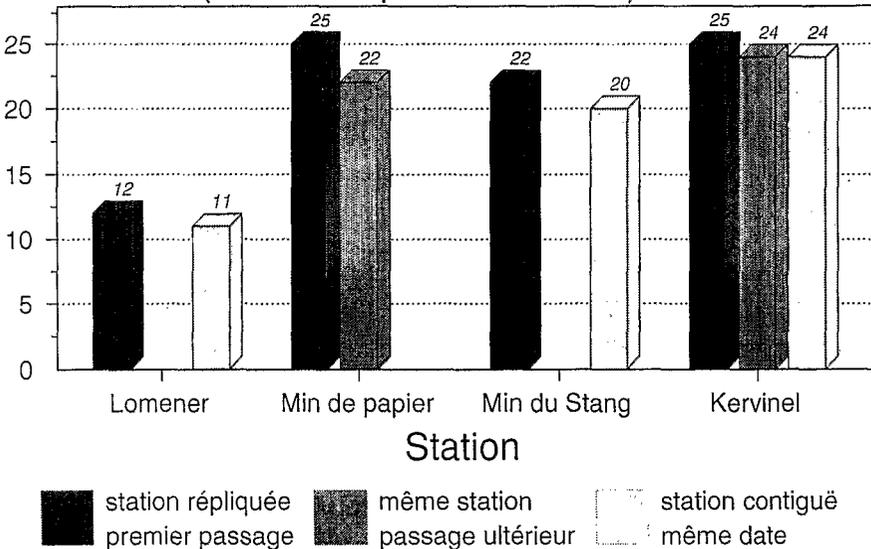


Figure 1 : Indices d'abondance en juvéniles de saumon atlantique de l'année pour les stations répliquées.

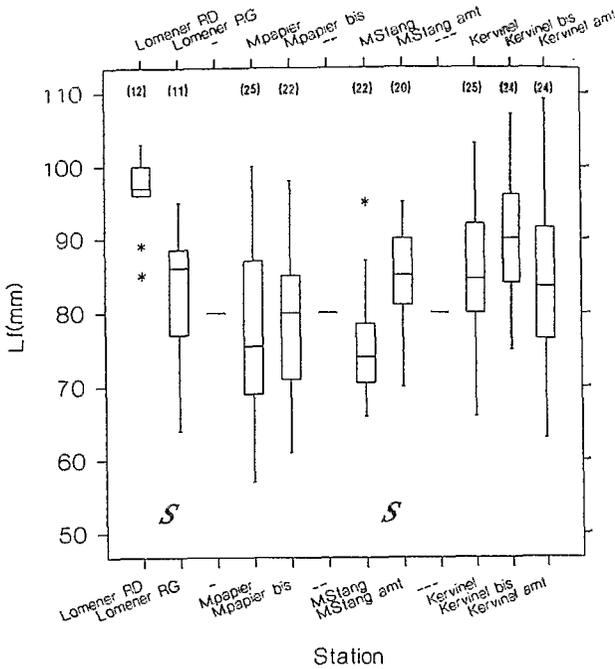


Figure 2 : Boîtes de dispersion (box plots ; Wilkinson, 1990) des longueurs fourche (Lf) des juvéniles de saumon atlantique de l'année pour les stations répliquées. S indique des différences significatives de distribution entre répliqués et les effectifs des échantillons sont mentionnés entre parenthèse.

Abondance (nb. ind. capturés en 5 mn)

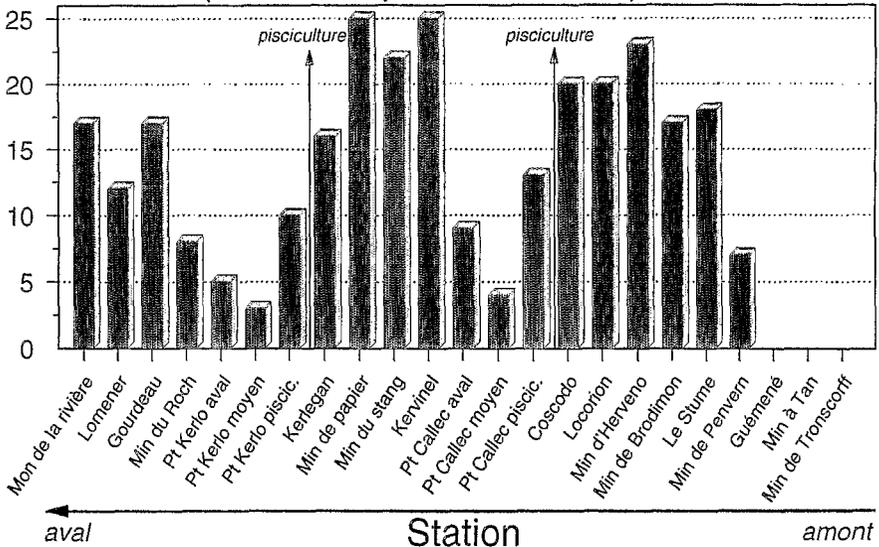


Figure 3 : Profil de distribution amont-aval des abondances de juvéniles de saumon atlantique de l'année sur le cours principal du Scorff à l'automne 1992.

DISCUSSION

La méthode présentée dans cet article fournit un indice d'abondance sous la forme d'une capture par unité d'effort. La validité d'un tel indice dépend à la fois de la standardisation de l'unité d'effort et de la constance de la capturabilité des poissons (Bohlin et al., 1990). Le respect précis du protocole décrit dans la section "Matériel et méthodes" est le garant de la normalisation de l'unité d'effort contre tout aléas, y compris les différences d'habileté du personnel. Pour ce qui est de la capturabilité, à défaut de pouvoir assurer sa constance, un certain nombre d'éléments contribue à en minimiser la variabilité (Zalewski et Cowx, 1990) :

- l'approche est mono-spécifique (Saumon atlantique) et concerne une seule classe d'âge, ce qui réduit la gamme de taille des individus échantillonnés.
- les tacons sont territoriaux.
- seules des stations homogènes du point de vue de l'habitat sont pêchées.
- les poissons ne sont exposés qu'une seule fois au champ électrique, ce qui évite les problèmes de diminution de capturabilité lors de passages successifs.

Outre ces arguments reposant sur des éléments d'ordre théorique ou bibliographique, la faiblesse des erreurs relatives observées entre les répliquats (pour les mesures d'abondance) conforte la validité de la méthode (figure 1).

Néanmoins, il est illusoire de penser que toutes les sources d'erreurs puissent être maîtrisées. En conséquence, suivant en cela d'autres auteurs (Strange et al., 1989 ; Crozier et Kennedy, sous presse), on peut se restreindre à une approche semi-quantitative basée sur une échelle à cinq niveaux. Que ce soit pour des objectifs d'évaluation des stocks à des fins de gestion ou pour des analyses reposant sur des comparaisons (spatiales ou temporelles), des informations semi-quantitatives sont très généralement suffisantes. Sur la base des premières informations récoltées en 1992 sur le Scorff, on peut proposer les classes d'abondance suivantes : 0 à 4 ind./5 mn = très faible, 5 à 9 ind./5 mn = faible, 10 à 14 ind./5 mn = moyenne, 15 à 19 ind./5 mn = élevée, 20 ind./5 mn et plus = très élevée.

Si les mesures d'abondance se sont montrées reproductibles, des différences significatives ont été constatées à deux reprises entre répliquats pour les distributions de tailles (figure 2). Ceci suggère qu'il pourrait parfois exister une certaine ségrégation spatiale intra-station des juvéniles de saumon en fonction de leur longueur fourche. En effet, dans chacun des deux cas observés, les répliquats étaient des secteurs contigus, pêchés successivement le même jour, et qui en fait, faisaient partie d'une même station, correspondant à un habitat de type radier/rapide d'un seul tenant, dont la superficie totale pouvait permettre plus de 5 mn de pêche selon le protocole utilisé. Si l'on veut minimiser le risque d'obtention d'échantillons biaisés du point de vue de la répartition des longueurs, on peut recommander d'augmenter au maximum la distance entre les "coups" d'électrodes, dans les limites permises par la surface totale de la station concernée, compte tenu de la contrainte d'avoir à réaliser 5 mn de pêche. On

cherchera ainsi à prospecter l'intégralité de chaque station. En effet, dans le cas où une ségrégation spatiale des individus en fonction de leur taille existe, concentrer l'effort d'échantillonnage d'une station sur une portion limitée de celle-ci, pourrait conduire à récolter des poissons dont la gamme de longueurs ne serait pas représentative de sa population totale.

Par rapport à la méthode qui est toujours utilisée en routine en France pour évaluer les abondances de juvéniles de saumon, celle présentée ici permet de faire des économies substantielles en temps x personnes. L'échantillonnage des 23 stations, a nécessité trois jours de travail pour une équipe de quatre personnes, soit 12 jours x personnes, en ne mobilisant qu'un seul véhicule. La même couverture géographique par la méthode "classique", représenterait environ 90 jours x personnes (15 personnes - soit 4 véhicules - à raison de 4 stations par jour). En outre, l'utilisation d'un matériel portable a permis en 1992 d'étudier des stations du Scorff jamais explorées jusqu'alors, faute d'accès possible pour des véhicules transportant un équipement plus lourd.

A partir d'une méthodologie très similaire à celle essayée sur le Scorff en automne 1992, Crozier et Kennedy (sous presse), Chaput et Jones (1992) et Mullins (Pêches et Océans, Canada, données non publiées) ont montré l'existence d'une bonne correspondance entre les abondances mesurées en nombre de poissons capturés en cinq minutes et par la méthode "classique" de pêche par passages successifs. D'autres auteurs (Strange et al., 1989 ; Büttiker, 1992 ; Lobón-Cerviá et Utrilla, 1993) ont aussi mis en évidence une concordance entre la méthode "classique" et des indices d'abondance (en truite commune, *Salmo trutta*, ou saumon) exprimés en nombre d'individus capturés par unité de surface lors d'un seul passage. L'ajustement d'une relation entre la méthodes décrite dans cet article et celle d'épuisement des populations employée en routine en France, est certainement le premier prolongement à donner au présent travail. En effet cela permettrait à la fois, une validation croisée des deux méthodes, et une inter-calibration permettant de raccorder les données qui seront collectées par la nouvelle méthode avec l'importante base de données récoltée depuis les années 70 par la technique "classique".

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier Frédéric Marchand et Agnès Bardonnnet pour leur collaboration technique, Thierry Guigue pour son aide dans la saisie et le traitement des données, et les membres de l'AAPP de Plouay pour leur participation au travail de terrain.

REFERENCES

- Baglinière J.-L. et Champigneulle A., 1986. Population estimates of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, as indices of smolt production in the R. Scorff, Brittany. *J. Fish Biol.*, 29, 467-482.
- Baglinière J.-L., Maisse G. et Nihouarn A., 1993. Comparison of two methods of estimating Atlantic salmon (*Salmo salar*) wild smolt production, pp. 189-201. In, Gibson R.J. et Cutting R.E. (Eds), Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters, *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 118.
- Bohlin T., Heggberget T.G. et Strange C., 1990. Electric fishing for sampling and stock assessment, pp. 112-139. In, Cowx I.G. et Lamarque P. (Eds), Fishing with electricity, Fishing News Books, Oxford.
- Büttiker B., 1992. Electrofishing results corrected by selectivity functions in stock size estimates of brown trout (*Salmo trutta* L.) in brooks. *J. Fish Biol.*, 41, 673-684.
- Chaput G. et Jones R., 1992. Evaluating recent spawning escapements using juvenile densities. CAFSAC Working Paper 92/224, 10 p.
- Champigneulle A., 1978. Caractéristiques de l'habitat piscicole et de la population de juvéniles sauvages de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Morbihan). Thèse 3ème cycle Biol. Anim., Fac. Sci., Univ. Rennes, 92 p.
- Copp G.H. et Penáz M., 1988. Ecology of fish spawning and nursery zones in the flood plain, using a new sampling approach. *Hydrobiologia*, 169 : 209-224.
- Crozier W.W. et Kennedy G.J.A., 1991. Salmon research on the R. Bush, pp. 29-46. In, Steer M.W. (Ed.), Irish rivers: biology and management, Royal Irish Academy, Dublin.
- Crozier W.W. et Kennedy G.J.A., sous presse. Application of semi-quantitative electrofishing to juvenile salmonid stock surveys. *J. Fish. Biol.*
- Kennedy G.J.A., 1981. The reliability of quantitative juvenile salmon estimates using electro-fishing techniques. Atlantic Salmon Trust Workshop on Data Acquisition, Atlantic Salmon Trust, 8 p.
- Lobón-Cerviá J. et Utrilla Carmen G., 1993. A simple method to determine stream trout (*Salmo trutta* L.) densities based on one removal with electrofishing. *Fish. Res.*, 15, 369-373.
- Nelva A., Persat H. et Chessel D., 1979. Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichthyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *C.R. Acad. Sci. Paris t. 289, Série D* : 1295-1298.
- Strange C.D., Aprahamian M.W. et Winstone A.J., 1989. Assessment of a semi-quantitative electric fishing sampling technique for juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and trout, *Salmo trutta* L., in small streams. *Aquacult. Fish. Mgmt*, 20, 485-492.
- Scherrer B., 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur, Boucherville (Canada), 850 p.

Premier Forum Halieumétrique, Rennes.

Wilkinson L., 1990. SYGRAPH: The system for graphics. SYSTAT Inc., Evanston IL (USA), 547 p.

Zalewski M., 1985. The estimate of fish density and biomass in rivers on the basis of relationships between specimen size and efficiency of electrofishing. *Fish. Res.*, 3, 147-155.

Zalewski M. et Cowx I.G., 1990. Factors affecting the efficiency of electric fishing, pp. 89-111. In, Cowx I.G. et Lamarque P. (Eds), *Fishing with electricity*, Fishing News Books, Oxford.